

st Form for Translation

The world of foreign prior art to you.

Translations

S. Serial No. :

09/822,025

Requester's Name:

Marianne L. Padgett

Phone No. :

(703) 308-2336

Fax No. : (Right)

(703) 872-9689

Office Location:

CP3-10005

Port Unit/Org. :

1762

Group Director:

Is for Board of Patent Appeals?

Date of Request:

10/2/02

Date Needed By:

~3 month ~ 1/2/03

(Do not write ASAP-indicate a specific date)

PTO 2003-157

S.T.I.C. Translations Branch

Phone:

308-0881

Fax:

308-0989

Location:

Crystal Plaza 3/4

Room 2C01

Signature Required for RUSH:

Document Identification (Select One):

Please attach a complete, legible copy of the document to be translated to this form**



Patent

Document No.

9-19829A

Language

Japanese

Country Code

JP

Publication Date

1/21/97

No. of Pages

(filled by STIC)

Article

Author

Language

Country

Other

Type of Document

Country

Language

Document Delivery (Select Preference):

Delivery to nearest EIC/Office

Date: 11.5.02 (STIC Only)

Call for Pick-up

Date: _____ (STIC Only)

Fax Back

Date: _____ (STIC Only)

USE ONLY Copy E. made 11.5.02

Search

Isor:

Assigned:

Filed:

Patent found: _____ (Yes/No)

No.:

Try:

cks:

Translation

Date logged in:

PTO estimated words:

Number of pages:

In-House Translation Available:

In-House:

Translator:

Assigned:

Returned:

Contractor:

Name:

Priority:

Sent:

Returned:

To assist us in providing the most cost effective service, please answer these questions:

Will you accept an English Language Equivalent?

(Yes/No)

Will you accept an English abstract?

(Yes/No)

Would you like a consultation with a translator to review the document prior to having a complete written translation?

(Yes/No)

ref. ①

Japanese Patent Laid-open Publication No. HEI 9-19829 A

Publication date : January 21, 1997

Applicant : Mitsubishi Denki K. K., Research Development Corp. of Japan, Takeo SAITO, and Naotake MORI

5 Title : METHOD FOR SURFACE TREATMENT PERFORMED BY DISCHARGE MACHINING AND APPARATUS THEREFOR

(57) [ABSTRACT]

A metal electrode which is easy to produce carbide with a high
10 abrasion resistance, such as W (tungsten), Ti (titanium), V (vanadium), Ta (tantalum), Nb (niobium), or the like is employed as an electrode, and a surface treatment is performed only by a primary machining and using machining fluid containing much C (carbon).

[OBJECT]

15 The present invention is to form a surface treatment film of metal carbide with a high abrasion resistance and robustness on a surface of a workpiece, thereby improving abrasion resistance and anticorrosion property largely.

[STRUCTURE]

20 The apparatus of the present invention comprises a metal
→ electrode which is easy to produce carbide with a high abrasion
resistance, such as W (tungsten), Ti (titanium), V (vanadium), Ta
(tantalum), Nb (niobium), or the like; working fluids such as electrical
discharge machining fluid, working fluid of high molecular compound,
25 water system working fluid mixed with high molecular compound, which

contains much C (carbon) ; working fluid providing means for providing
the working fluid between electrodes; and discharge pulse providing
means for providing discharge current pulses for generating chemical
reaction between metal material of the electrode and the carbon in
5 the working fluid.

特開平9-19829

(43) 公開日 平成9年(1997)1月21日

(51) Int.Cl.⁶

B 2 3 H 1/08

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 3 H 1/08

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平7-168636

(22) 出願日 平成7年(1995)7月4日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(71) 出願人 390014535

新技術事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71) 出願人 000173289

斎藤 長男

愛知県春日井市岩成台9丁目12番地12

(71) 出願人 591135853

毛利 尚武

愛知県名古屋市天白区八事石坂661-51

(74) 代理人 弁理士 高田 守 (外4名)

最終頁に続く

PTO 2003-157

S.T.I.C. Translations Branch

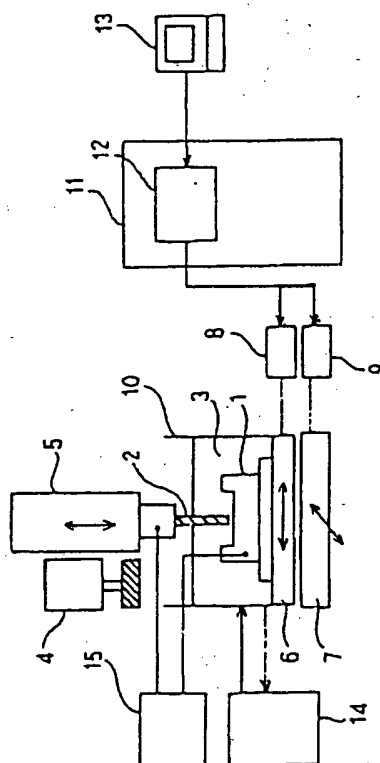
(54) 【発明の名称】 放電加工による表面処理方法および装置

(57) 【要約】

電極としてW (タングステン)、Ti (チタン)、V (バナジウム)、Ta (タンタル)、Nb (ニオブ) など、耐磨耗性の高い炭化物を作りやすい金属電極を用いるとともに、C (炭素) を多く含有する加工液を用い、1次加工のみで表面処理を行う。

【目的】 工作物表面に耐磨耗性の高い強固な金属炭化物の表面処理膜を形成し、工作物の耐磨耗性、耐食性を大幅に向上させる。

【構成】 W (タングステン)、Ti (チタン)、V (バナジウム)、Ta (タンタル)、Nb (ニオブ) など、耐磨耗性の高い炭化物を作りやすい金属電極と、C (炭素) を多く含有する、放電加工油、高分子化合物系加工液、高分子化合物を混合した水系加工液などの加工液と、前記加工液を極間に供給する加工液供給手段と、前記電極金属物質と加工液中の炭素との間に化学反応を発生させる放電電流パルスを供給する放電パルス供給手段を備えた。



1: 加工物
2: 放電電極
3: 加工液
10: 加工液
15: 放電パルス供給手段

【請求項16】 電極の被加工物表面に対する平行方向移動量に応じて発生する電極の長手方向の消耗に対して電極の垂直方向の位置を補正する電極消耗補正手段を備えたことを特徴とする請求項15記載の放電加工による表面処理装置。

【請求項17】 放電加工による表面処理を行い形成された改質層の堆積量が加工時間の経過により減少する場合、被加工物の除去の進行が開始するまでの時間を記憶する記憶手段を備え、被加工物の除去の進行が開始する以前に放電加工を終了することにより、あらかじめ形成された被加工物形状を損ねることなく、被加工物表面に改質層を形成することを特徴とする請求項8～10のいずれかに記載の放電加工による表面処理装置。

【請求項18】 被加工物の除去の進行しないようなスキニング速度を決定するパラメータを記憶する記憶手段を備え、被加工物の除去の進行が開始する以前に放電位置を移動することにより、あらかじめ形成された被加工物形状を損ねることなく、被加工物表面に改質層を形成することを特徴とする請求項15記載の放電加工による表面処理装置。

【請求項19】 被加工物表面への表面処理と仕上加工を同時に行うことを特徴とする請求項8～11のいずれかに記載の放電加工による表面処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、放電加工を利用した表面処理方法および装置に係わるものであり、被加工物表面に耐磨耗性の高い表面処理膜を形成するものである。

【0002】

【従来の技術】図11は、例えば増井他による専門誌電気加工技術、Vol. 16 No. 53 (1993) 38の放電加工による表面加工への展開に示される従来の放電表面改質方法および装置を示した図である（参考文献1）。図において、1は表面改質を行う工作物、2は電極、3は改質材料粉末を混入した加工液、5は電極2を保持する主軸であり、図示されない駆動装置により上下方向に可動とされる。10は加工槽、15は加工用電源である。

【0003】次に動作について説明する。図中、被加工物たる工作物1と電極2の間には加工用電源15によりパルス電圧が印加され、放電が発生する。電極2は主軸5とともに図示されない駆動装置により上下方向（Z軸方向）にサーボ駆動され、加工が進行する。加工液3にはタングステンの微粉末が混入されているため、工作物1の表面においては放電により工作物1の母材が溶融されるとともに、加工液中のタングステン粉末が混入し、工作物1表面に改質層すなわちタングステン合金層が形成される。文献によれば、正極性放電（電極－、工作物＋）において特に均一な改質層が得られることが報告さ

れている。また、その他シリコン、クロムなどの粉末を加工液に混入して放電加工を行うことにより、金属表面に同様な改質層が形成され、高い耐食性や耐磨耗性が得られることが知られている。

【0004】また、金属表面に改質層を形成する別の方法として、齋藤他、電気加工学会全国大会講演論文集（1993）79の“液中放電の表面加工への展開”に示す方法がある。この方法はタングステンカーバイトなどの粉末を圧縮することにより形成した電極により、工作物表面に1次表面処理層を形成したのち、銅電極により2次加工を行って緻密な表面処理層を形成する方法であり、先の方法と比較してより緻密な表面処理層が得られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の放電加工による表面処理装置は、上記のように構成されており、タングステンなどの粉末を加工液に混入して加工を行うが、加工液に混入された粉末に吸収されるエネルギーはきわめて小さく、放電の熱エネルギーによる化学反応が進行しないため、炭化物が形成されない。よって、工作物表面には、工作物表面の溶融により、粉末物質であるタングステンが工作物の金属にとけ込んだ合金層となり、耐磨耗性の高い金属炭化物の表面処理層は得られず、機械特性や高温特性に優れたセラミックス系膜の成膜ができないという問題があった。また、電極としてタングステンカーバイトなどの炭化物の粉末を圧縮したものについては、粉末の結合が弱く電極がもろいことから、放電加工における電極の消耗を大きくすることができると、数十μm程度の厚い堆積層が容易に形成できる。反面、電極がもろいために十分な工作物表面の再溶融が行なわれにくく、その結果表面処理層も脆弱なものしか形成されない。このため、圧粉体電極による1次加工を行ったのちに、銅電極による再溶融加工（2次加工）を行う必要があり、電極製作や加工工程の面でかなり負荷が増大するなどの問題があった。

【0006】この発明は上記のような従来のものの課題を解消するためになされたもので、電極としてW（タングステン）、Ti（チタン）、V（バナジウム）、Ta（タンタル）、Nb（ニオブ）など、耐磨耗性の高い炭化物を作りやすい金属電極を用いるとともに、C（炭素）を所定量含有する加工液、または前記加工液に耐磨耗性の高いセラミックスを混入した加工液を用いることにより被加工物表面に耐磨耗性の高い強固な表面処理膜を形成し、被加工物の耐磨耗性、耐食性を大幅に向上させることを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明に係わる放電加工による表面処理方法は、液中で被加工物表面に改質層を形成する放電加工による表面処理方法において、炭素と結合して耐磨耗性の高い炭化物を形成する金属を電極

電位置を移動することにより、あらかじめ形成された被加工物形状を損ねることなく、被加工物表面に改質層を形成するものである。

【0025】また、被加工物表面への表面処理と仕上加工を同時に行うものである。

【0026】

【作用】この発明における放電加工による表面処理方法は、炭素と結合して耐磨耗性の高い炭化物を形成する金属を電極として用い、炭素を所定量含有する液体を加工液として用い、所定の立ち上がり時間を有する電流波形を放電パルス波形として用いることにより、放電加工の熱作用によって金属電極物質と加工液中の炭素との間に化学反応を発生せしめ、被加工物表面に金属炭化物の改質層を形成する。

【0027】また、耐磨耗性の高いセラミックス粉末を含有する液体を加工液として用い、放電加工の熱作用によって被加工物表面を溶融させ被加工物表面にセラミックスの改質層を形成する。

【0028】また、炭素と結合して耐磨耗性の高い炭化物を形成する金属を電極として用い、炭素を所定量含有する液体を加工液として用い、加工液に耐磨耗性の高いセラミックス粉末を混入し、放電加工の熱作用によって被加工物表面を溶融せしめるとともに、金属電極物質と加工液中の炭素との間に化学反応を発生せしめ、被加工物表面に耐磨耗性の高い改質層を形成する。

【0029】また、放電加工の電気条件として、電極有消耗条件で放電加工を行うことにより、被加工物表面に改質層を形成する。

【0030】また、放電加工の極性を電極（－）、被加工物（＋）の極性で放電加工を行うことにより、被加工物表面に改質層を形成する。

【0031】また、放電加工における放電パルス電流として、所定の立ち上がり時間を有する放電パルス電流を用いることにより、被加工物表面に改質層を形成する。

【0032】また、放電加工による表面処理を行い形成された改質層の堆積量が加工時間の経過により減少するとき、被加工物の除去の進行が開始する以前に加工を終了するかまたは加工位置を変更することにより、あらかじめ形成された被加工物形状を損ねることなく、被加工物表面に改質層を形成する。

【0033】この発明における放電加工による表面処理装置は、炭素と結合して耐磨耗性の高い炭化物を形成する金属からなる電極と、炭素を所定量含有する加工液を貯溜する加工槽と、所定の立ち上がり時間を有する放電パルス電流を極間に供給する放電パルス供給手段とを備え、放電加工の熱作用によって金属電極物質と加工液中の炭素との間に化学反応を発生させることにより、被加工物表面に金属炭化物の改質層を形成する。

【0034】また、耐磨耗性の高いセラミックス粉末を含有する加工液を貯溜する加工槽と、放電パルス電流を

極間に供給する放電パルス供給手段とを備え、放電加工の熱作用によって被加工物表面を溶融させ被加工物表面にセラミックスの改質層を形成する。

【0035】また、炭素と結合して耐磨耗性の高い炭化物を形成する金属からなる電極と、炭素を所定量含有する液体に耐磨耗性の高いセラミックス粉末を混入した加工液を貯溜する加工槽と、放電パルス電流を極間に供給する放電パルス供給手段とを備え、放電加工の熱作用によって被加工物表面を溶融せしめるとともに、金属電極物質と加工液中の炭素との間に化学反応を発生せしめ、被加工物表面に耐磨耗性の高い改質層を形成する。

【0036】また、炭素と結合して耐磨耗性の高い炭化物を形成する金属からなるワイヤ状電極と、炭素を所定量含有する加工液を貯溜する加工槽と、放電パルス電流を極間に供給する放電パルス供給手段とを備え、放電加工の熱作用によって金属電極物質と加工液中の炭素との間に化学反応を発生させることにより被加工物表面に金属炭化物の改質層を形成する。

【0037】また、放電加工の電気条件として、電極有消耗条件にて放電加工を行うことにより、被加工物表面に改質層を形成する。

【0038】また、放電加工の極性を電極（－）、被加工物（＋）の極性で放電加工を行うことにより、被加工物表面に改質層を形成する。

【0039】また、放電加工における放電パルス電流として、所定の立ち上がり時間を有する放電パルス電流を用いることにより、被加工物表面に改質層を形成する。

【0040】また、電極を単純形状電極とし、この単純電極形状電極を被加工物表面に対して平行方向に移動させるよう制御を行う軌跡移動制御手段を備え、単純形状電極により被加工物表面をスキニングしながら放電加工を行うことにより、被加工物表面に改質層を形成する。

【0041】また、電極の被加工物表面に対する平行移動量に応じて発生する電極の長手方向の消耗に対して電極の垂直方向の位置を補正する電極消耗補正手段を備えたことにより、被加工物表面に改質層を形成する。

【0042】また、放電加工による表面処理を行い形成された改質層の堆積量が加工時間の経過により減少する場合、被加工物の除去の進行が開始するまでの時間を記憶する記憶手段を備え、被加工物の除去の進行が開始する以前に放電加工を終了することにより、あらかじめ形成された被加工物形状を損ねることなく、被加工物表面に改質層を形成する。

【0043】また、被加工物の除去の進行しないようなスキニング速度を決定するパラメータを記憶する記憶手段を備え、被加工物の除去の進行が開始する以前に放電位置を移動することにより、あらかじめ形成された被加工物形状を損ねることなく、被加工物表面に改質層を形成する。

能距離で示す。図より、パルス幅については、ある程度の幅以上でない耐摩耗性の高い表面処理層が得られず、 $5\mu\text{s}$ 以上のパルス幅が必要である。これは金属と炭素との化学反応が進行するために、ある程度の時間が必要なためと考えられる。一方、パルス幅が大きくなると面あらし $20\mu\text{mRmax}$ 以下の領域においては耐摩耗性の向上が見られるものの、パルス幅が $500\mu\text{sec}$ 以上の場合には加工面あらしが大幅に悪化するとともに、表面が非常に脆くなり、耐摩耗性も低下する。よってパルス幅としては $5\sim 500\mu\text{sec}$ の範囲を用いる必要がある。また、電流ピークについても $1\sim 20\text{A}$ 程度が望ましい。これらの範囲の電流パルスを用いることにより、加工面特性の良い表面処理層が得られる。

【0053】こうした、表面処理に関しては、電極をある程度消耗させ、工作物表面に多く電極材料が付着するような状況にて加工を行うようにすると安定した表面処理層が得られる。具体的には電極消耗が10%以上の有消耗領域を用いると良い。

【0054】また、電流波形の立ち上がり時間も処理特性に大きく影響を与える。電流立ち上がり時間が急峻な場合には電極の消耗が増大するため、工作物への付着量が増大する。このため厚い被膜を短時間で形成する場合には、電流立ち上がり速度が早い波形が望ましい。こうした波形による処理では厚い堆積層が形成される反面、溶融が十分ではなく処理層は比較的もろい層となる。一方、電流立ち上がりが緩やかな波形の場合、堆積速度は低下するが、溶融が十分に行なわれ易いため、形成される処理層はきわめて硬度の高い緻密な層となる。このため、処理の初期においては電流立ち上がりの速い波形を用い、金属の付着（堆積層形成）の後は立ち上がりの遅い波形を用いると良い。図4に電流立ち上がりスロープ率と堆積速度、硬度の関係を示す。このように電流立ち上がりスロープ率（電流立ち上がり勾配）を加工中に変更できる加工電源を用いることにより、きわめて効率よく良質な表面処理層が得られる。特に、TiCなどの粉末物質を混入せず、Ti電極で加工を行う場合については、もともと厚い堆積層を形成するのは困難であるため、はじめから電流立ち上がりが緩やかなスロープ状の波形を用いるのが一般的である。硬度の高い緻密な溶融層を得るためには、電流の立ち上がりスロープ率（電流立ち上がり勾配）としては、 $1\text{A}/\mu\text{sec}$ 以下の緩やかなスロープを用いる必要がある。なお、こうしたスロープ状の電流波形は、スイッチング素子によるスケープコントロールを行うのが望ましいが、インダクタンス素子などを用いて電流の立ち上がりをなまらした波形を用いても、ある程度の効果が得られる。また、処理の後半においては、極力ギャップの狭い加工を行うことにより、より緻密な表面処理層を得ることができる。

【0055】また、図5は電極極性による表面処理面の硬度の違いを示したものである。図より、電極極性

(-)にて処理を行ったものの方が表面の硬度が明らかに高い。また、ヒートサイクル試験を行った結果も、電極極性(-)での処理の方が剥離もなく、クラックの発生も少なかった。さらに、両極性(交流)パルスにて処理を行ったものも比較的高い硬度が得られている。加工液として油系の加工液を用いる場合は電解作用による影響はないが、加工液として水系の加工液に高分子化合物を混合したものを用いる場合、電極極性(-)では工作物側に電解腐食が発生し処理面にダメージを与える。両極性(交流)のパルスを用いることにより、こうした電解腐食を防止することができる。

【0056】上記電極の形状としては、円筒形状、角柱状、パイプ状の電極が用いられる。こうした単純形状の電極を工作物表面に対して水平方向にスキャンしながら加工を行うことにより、複雑形状、曲面形状への表面処理が可能である。一方、前記Ti、W、Ta、V、Nbなどの金属により、総型電極を製作し、総型電極によって表面処理を行うこともできる。その場合は、荒加工、中仕上用に銅電極を、仕上げ加工、表面処理用に前記表面処理用金属電極を用いると良い。

【0057】本加工方法は一般に電極有消耗領域を用いて加工を行うため、特に単純形状電極による表面処理を行う場合については、電極の消耗を補正しながら加工を行う必要がある。すなわち、加工面に平行な方向(XY方向)にスキャン加工を行うと、電極が長手方向に消耗し、処理不能となるため、図6に示すように所定距離XY方向に進行することに所定分だけ電極長手方向(Z軸方向)に電極送りを行うことにより、広い面積の複雑形状の表面処理が可能となる。このほか、XY方向に一定速度で電極を送りつつ、Z軸方向に電極サーボを行うようにして加工を行うことにより、電極の長さ方向の消耗を見かけ上補正しながら加工を行うこともできる。

【0058】また、本実施例での加工の特徴として、処理前半は表面に堆積が行われるが、長時間加工を行うと逆に工作物の加工が進行してしまい、工作物の形状を崩してしまうという特性がある。図7に処理時間に対する堆積量を示す。図において堆積量(-)は加工面が彫られてしまったことを示している。以上のことから、本方法においては、処理を適正な時間で終了するようにあらかじめ設定しておく必要がある。通常は工作物の除去の進行が開始するまでの時間をあらかじめ入力、記憶させておき、その時間で処理を完了するようにする。

【0059】また、横方向にスキャン処理を行う場合には、横方向の移動速度が遅すぎると加工が進行してしまうため、適正な速度で横方向に移動するよう、横方向速度を決定するパラメータをセットし、加工を行う。これにより、工作物表面の加工が進行することなく表面処理を行うことができる。

【0060】また、前述のように、Ti、W、Ta、

の横方向の移動の制御を行う。

【0068】加工中、放電により発生した熱エネルギーにより、加工液中のTiCが工作物表面に付着するとともに放電の熱エネルギーにより工作物表面が溶融し、硬質被膜が形成される。また、電極材料であるTi（チタン）も放電のエネルギーにより溶融し、工作物表面に付着する。その際、TiはTiCより融点が低いため、容易に溶融して工作物表面に付着し、加工液中のTiCを取り込んだ形で被膜を形成する。加工表面に付着したTiは加工液中の炭素との化学反応により、再溶融の過程でTiの炭化物（TiC）が形成され、工作物表面に硬質被膜が形成される。通常、電極としてはTi金属を主体とした電極を、また加工液中に混入する粉末としてはTiC粉末を用いると加工がより安定となり、良質の表面処理層が短時間で得られる。電極としてTiにTiCを含んだ電極を用いることもできるが、TiCの比率が高くなると電極の導電度が低下し、加工が不安定となるとともに、電極消耗が著しく増大する場合がある。これに対し、上記のように電極に金属Tiを主体とした電極を用いることにより、加工の安定度を維持することができる。本実施例においては、加工液中にTiCが含まれているため、実施例1の場合には炭化物を形成する化学反応を起こすことができなかったパルス幅の短い条件や、電流ピークの低い条件においても、比較的強固な表面処理層を形成することができる。また、加工液中のTiC粉末に替えて実施例2において記載した他のセラミックスでも良く、さらに、電極全量がC（炭素）と化学反応して工作物表面に形成されるセラミックス膜と加工液中のセラミックスが溶融した工作物表面に付着して形成されるセラミックス膜は異なる場合でも良く、その場合セラミックスの複合相が表面処理層として形成される。

【0069】実施例4。以下、この発明の実施例4を図に基づき説明する。図10はこの発明の実施例4の放電加工による表面処理装置を示す構成図であり、1は加工および表面処理を行う工作物、16はTi（チタン）をワイヤ状にした表面処理用ワイヤ電極、17は通常の加工を行う黄銅ワイヤ電極、3はC（炭素）を多く含有する灯油系放電加工油、17は黄銅ワイヤ電極17と表面処理用ワイヤ電極16を交換する電極自動交換装置、6は工作物の水平方向（X方向）駆動を行うためのXテーブル、7は工作物の水平方向（Y方向）駆動を行うためのYテーブル、8はXテーブル6用の図示されない駆動モーターを制御するX軸サーボアンプ、9はYテーブル7用の図示されない駆動モーターを制御するY軸サーボアンプ、10は加工槽、11はCNC制御装置、14は加工液3を極間に供給する加工液供給装置、15は前記電極金属物質と加工液中の炭素との間に化学反応を発生させる放電電流パルスを供給する放電パルス供給電源である。

【0070】次に、動作について説明する。まず、電極自動交換装置18により黄銅電極17がセットされ、工作物の荒加工が行われる。ついで電極自動交換装置18により、ワイヤ電極を表面処理用ワイヤ電極16に交換し、表面処理を行う。加工中、加工槽10にはC（炭素）を多く含有する灯油系放電加工油3が常時供給され、表面処理用ワイヤ電極16によって仕上加工が行われる。CNC制御装置11内部に設けられた軌跡移動制御装置12はあらかじめ電極移動軌跡生成用CAM13によって作成された電極パス情報（NCプログラム）に基づき、表面処理用ワイヤ電極17の横方向の移動、すなわち、Xテーブル、Yテーブル駆動の制御を行う。

【0071】加工中、放電により発生した熱エネルギーにより、ワイヤ電極材料であるTi（チタン）が加工部分の加工液中に浮遊するとともに、工作物表面に付着する。また、同時に加工液3の中のC（炭素）が放電の熱エネルギーにより分解し、加工液から離脱する。この分解した炭素と前記加工液中および工作物表面に付着したTi（チタン）との間の化学反応により、Tiの炭化物（TiC）が形成され、工作物表面に硬質被膜が形成される。本方法により、通常のワイヤ放電加工面の全域において、表面処理を行うことが可能である。

【0072】また、本実施例においては、黄銅ワイヤ電極と表面処理用ワイヤ電極を交換して加工を行う例を示したが、加工形状やワイヤ電極径が小さい場合には、荒加工から仕上・表面処理まですべてをTiなどの表面処理用電極で行っても良い。

【0073】また、本実施例においては、表面処理用電極としてTi電極を用いた例を示したが、黄銅などの表面にTiなどの表面処理材をコーティングした電極を用いても良い。

【0074】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、炭素と結合して耐磨耗性の高い炭化物を形成する金属からなる電極と、炭素を所定量含有する加工液を貯溜する加工槽と、所定の立ち上がり時間を有する放電パルス電流を極間に供給する放電パルス供給手段とを備え、放電加工の熱作用によって金属電極物質と加工液中の炭素との間に化学反応を発生させることにより、被加工物表面に金属炭化物の改質層を形成するようにしたため、1次加工のみで再溶融が可能であり2次加工を行うことなく、容易に硬質かつ緻密な表面処理層が得られる効果がある。

【0075】また、耐磨耗性の高いセラミックス粉末を含有する加工液を貯溜する加工槽と、放電パルス電流を極間に供給する放電パルス供給手段とを備え、放電加工の熱作用によって被加工物表面を溶融させ被加工物表面にセラミックスの改質層を形成するようにしたため、放電パルス電流の条件の制限を受けることなく硬質の表面処理層が得られるとともに、表面処理層のクラックの発生を防止することができ、その結果良好な表面処理層が

処理装置を示す構成図である。

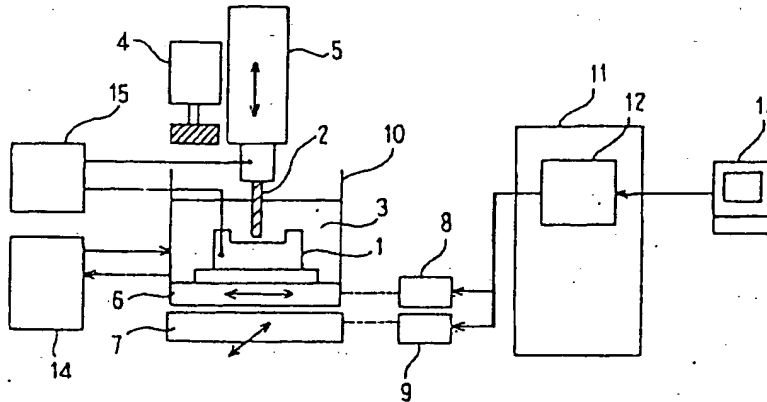
【図11】 従来の放電加工による表面処理装置を示す構成図である。

【符号の説明】

1 工作物、2 表面処理用電極、3 灯油系放電加工油、4 電極交換装置、5 Z軸駆動装置、6 Xテーブル、7 Yテーブル、8 X軸サーボンプ、9 Y

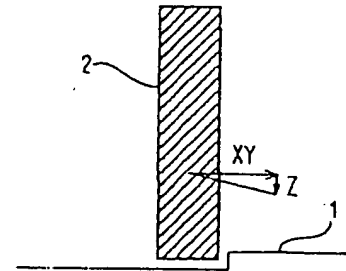
軸サーボンプ、10 加工槽、11 CNC制御装置、12 軌跡移動制御装置、13 電極軌跡生成用CAM、14 加工液供給装置、15 放電パルス供給電源、16 表面処理用ワイヤ電極、17 黄銅ワイヤ電極、18 ワイヤ電極自動交換装置、103 粉末混入加工液。

【図1】

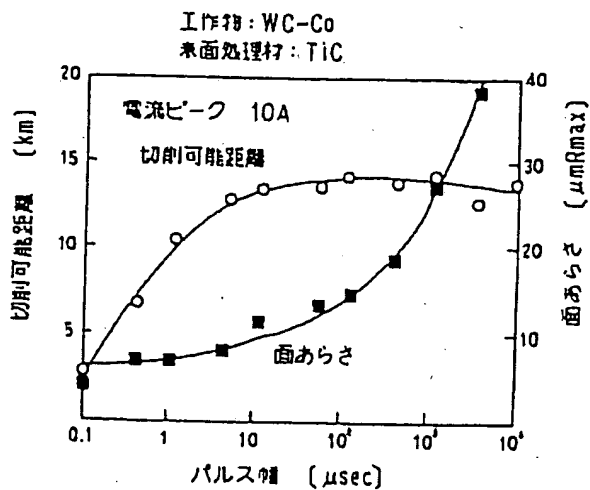


1: 被加工物
2: 金属電極
3: 加工液
10: 加工槽
15: 放電パルス供給手段

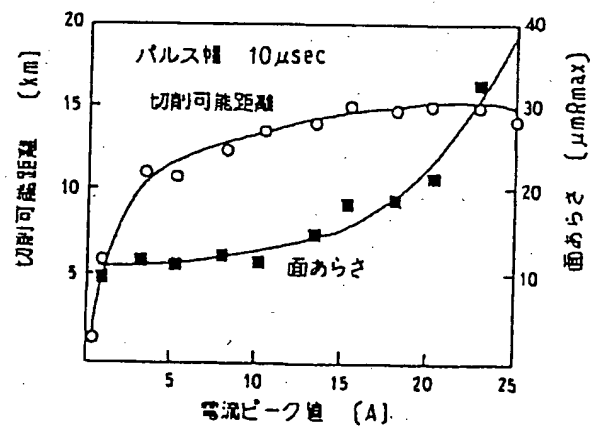
【図6】



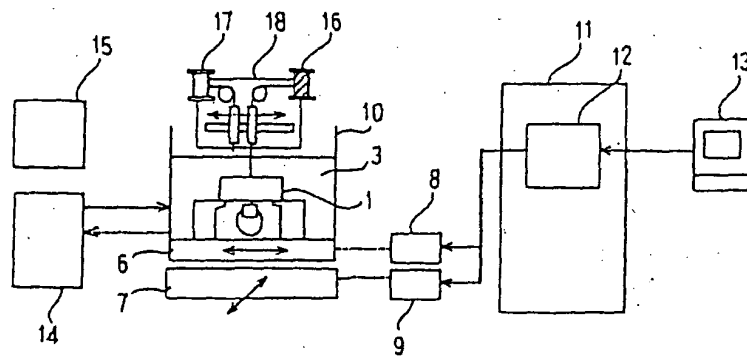
【図2】



【図3】

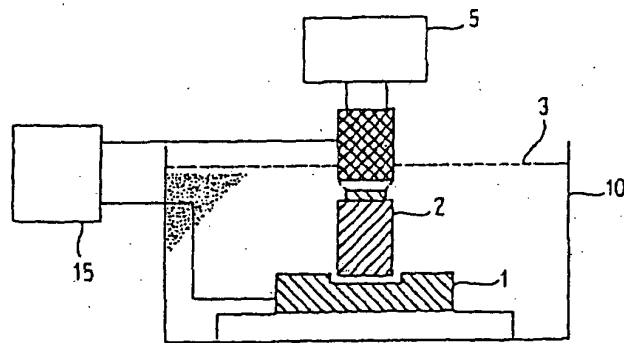


【図10】



17:ワイヤ電極

【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 長男
愛知県春日井市岩成台9丁目12番地12
(72)発明者 毛利 尚武
名古屋市天白区八事石坂661

(72)発明者 真柄 卓司
名古屋市東区矢田南五丁目1番14号 三菱
電機株式会社名古屋製作所内
(72)発明者 後藤 昭弘
名古屋市東区矢田南五丁目1番14号 三菱
電機株式会社名古屋製作所内